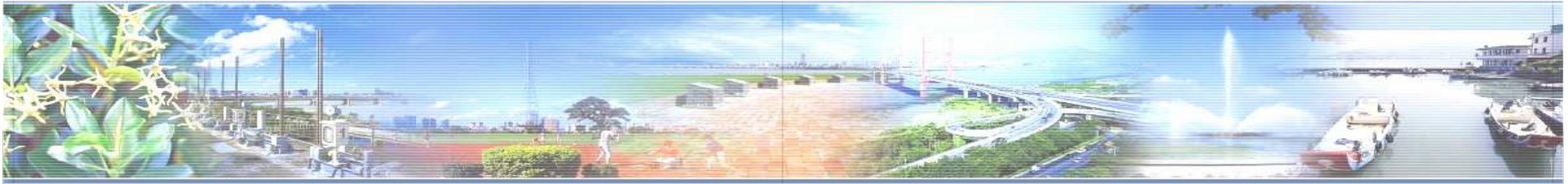


# 寶島水資源

主講人：張尊國 教授  
臺大生物環境系統工程學系



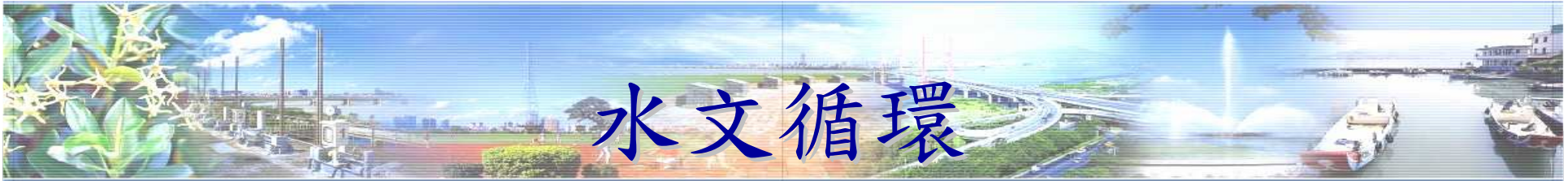
## 題綱

- 壹、臺灣地區水資源利用情形
- 貳、台灣水庫面臨的問題
- 參、永續水資源管理

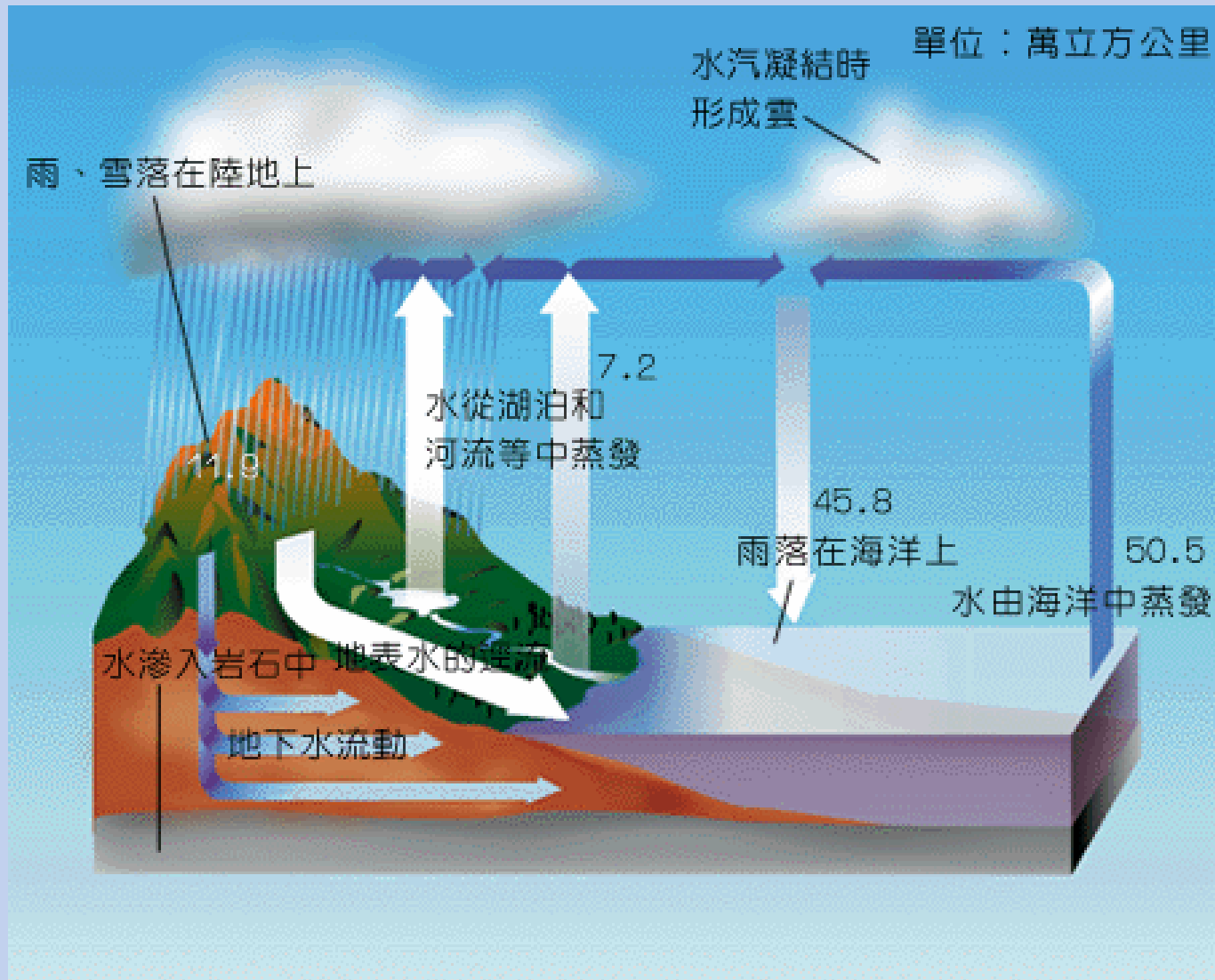


# 試問

台灣水資源的水源、水質、水量的現況如何？能否支撐兩千三百萬人的需求？隨著氣候變遷，我們的水資源供應能否穩定？



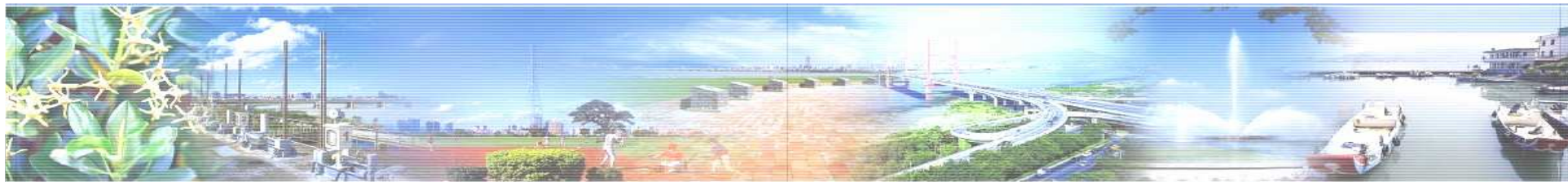
# 水文循環



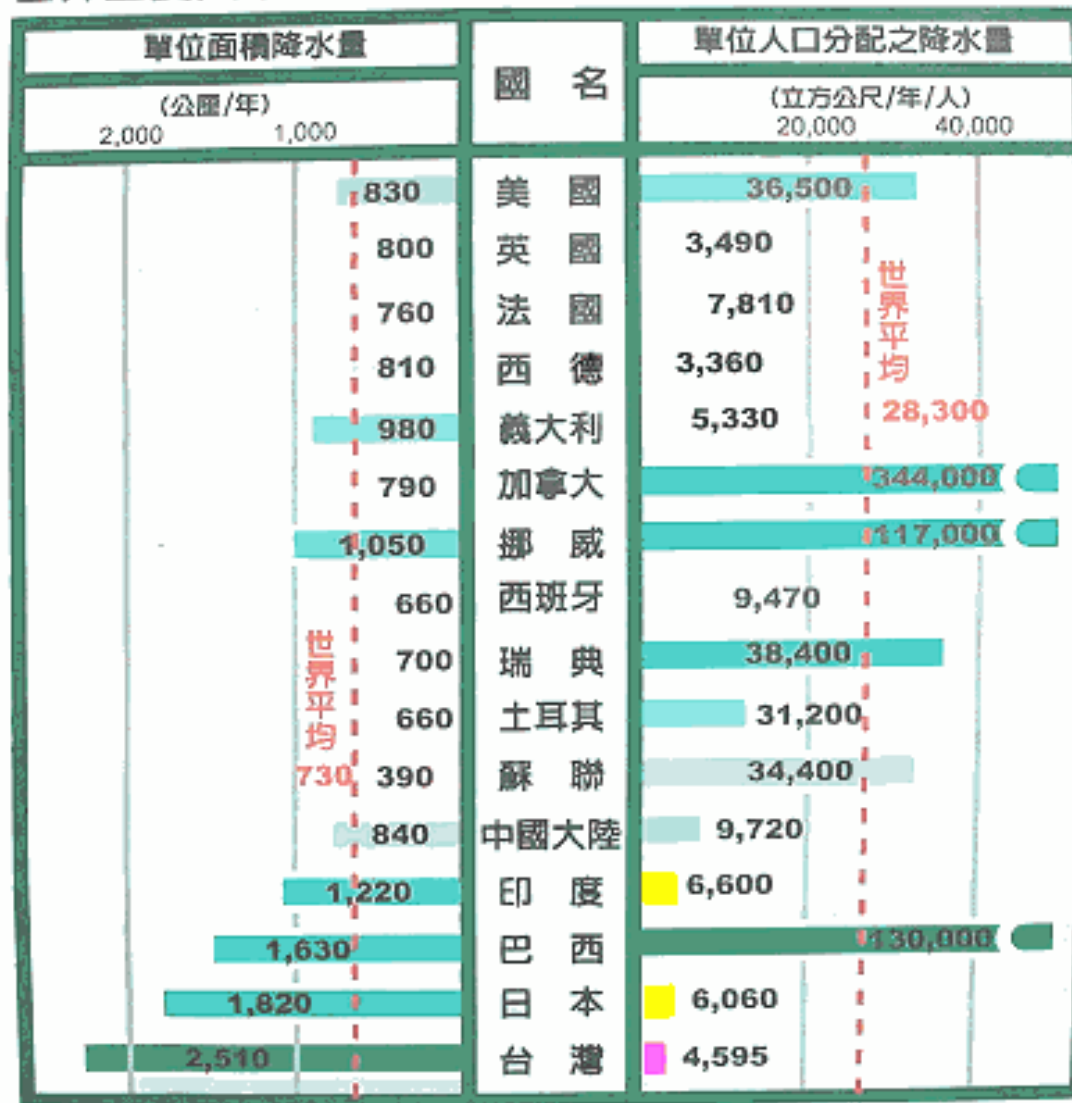


# 地球上水的分布

位置	表面積 (平方公里)	體積 (立方公里)	佔全部比 例(%)	估計循環一次 所需時間
海洋	361,000,000	1,230,000,000	97.2	數千年
大氣	510,000,000	12,700	0.001	9天
河川	-	1,200	0.0001	14天
地下水	130,000,000	4,000,000	0.31	數百年至數千年
淡水湖泊	855,000	123,000	0.009	數十年
冰川與冰帽	28,200,000	28,600,000	2.15	數萬年或更長

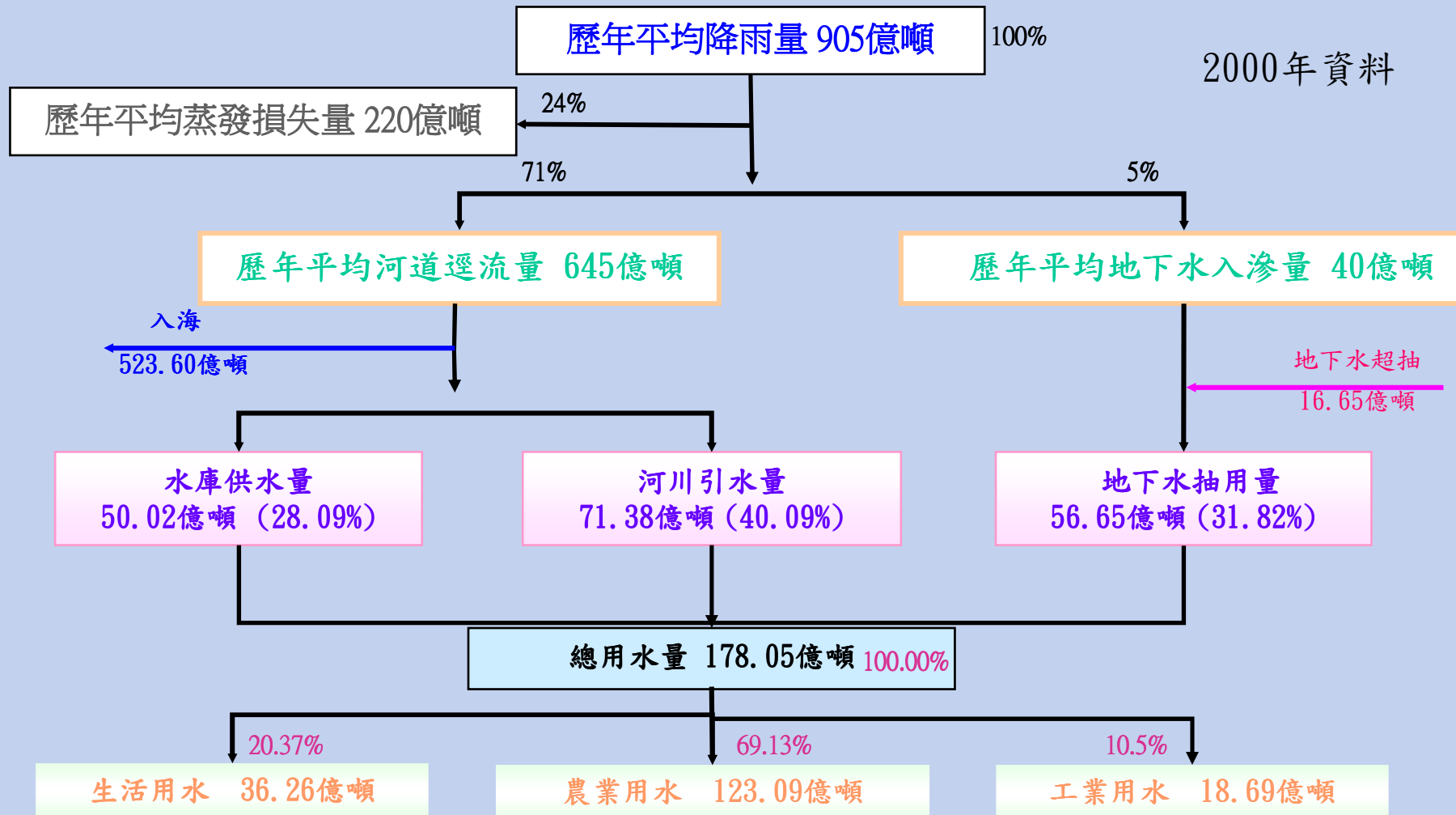


### 世界主要國家降水量比較



# 壹、臺灣地區水資源利用情形

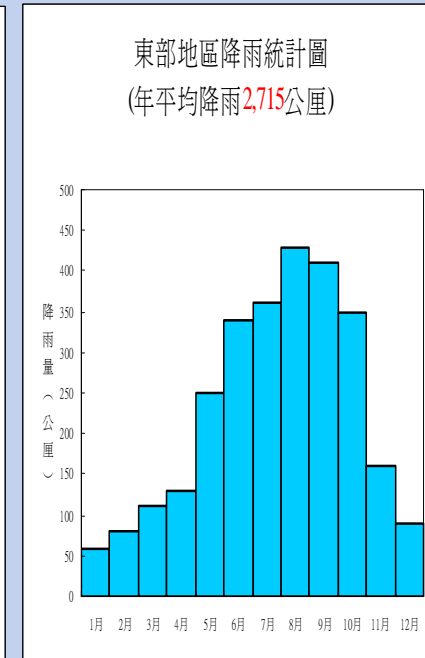
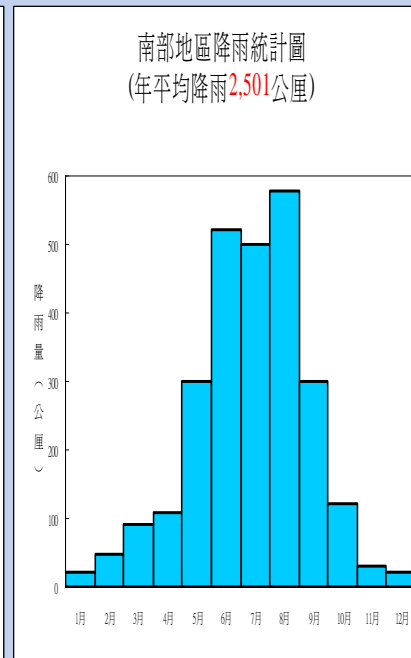
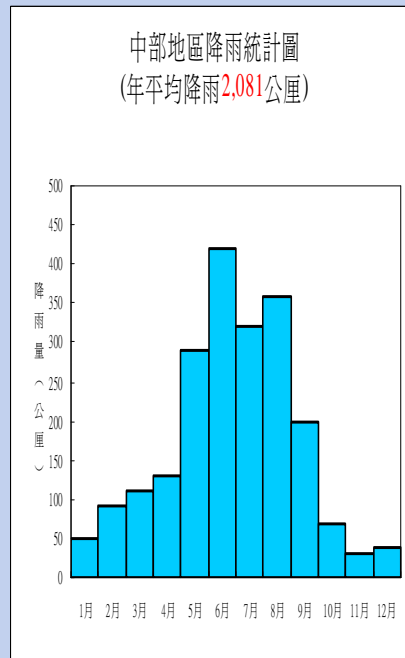
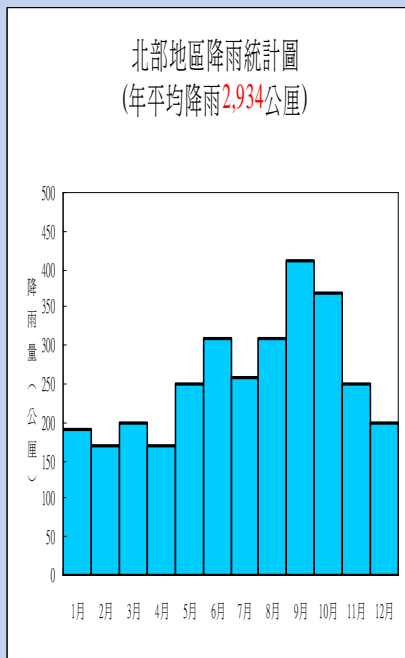
2000年資料





# 水文概況

➤ **雨量**—台灣地區年平均雨量**2,510**公厘，惟時空分佈不均，雨量集中於五月至十月。





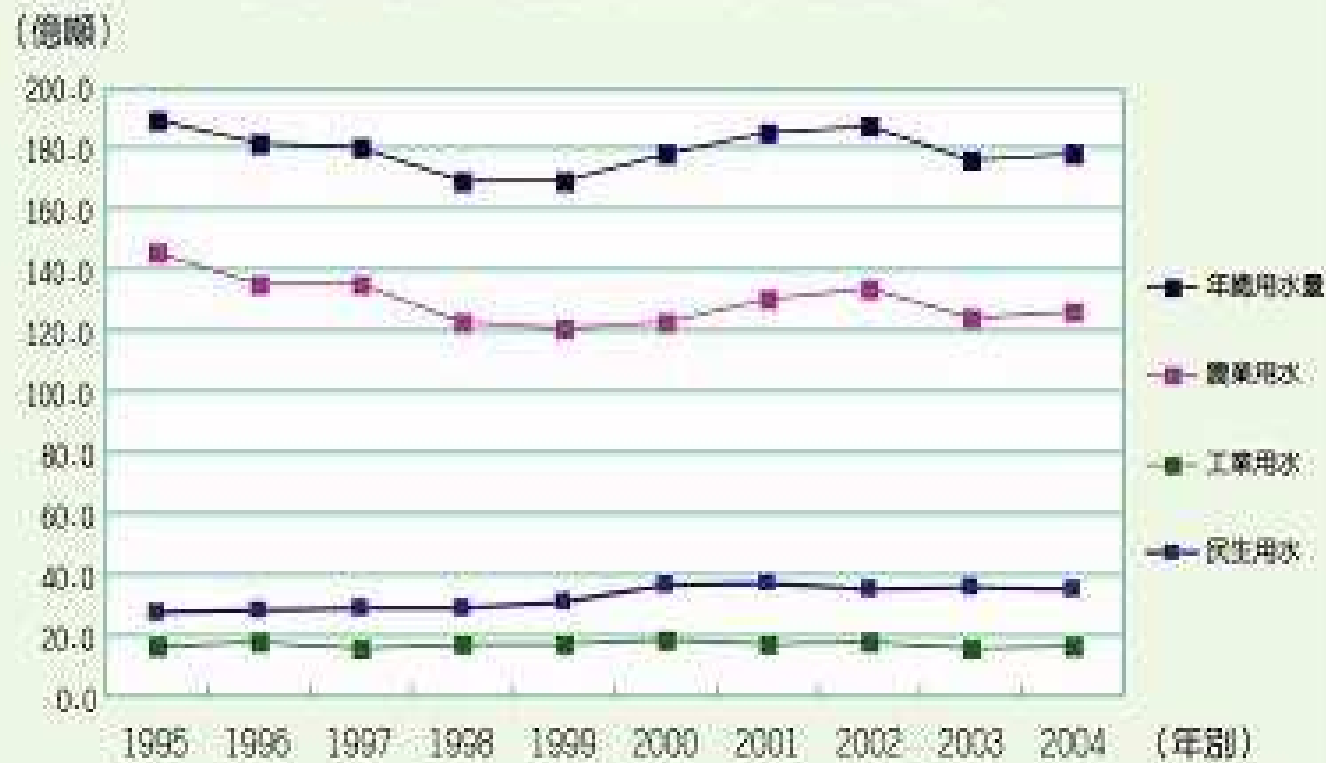


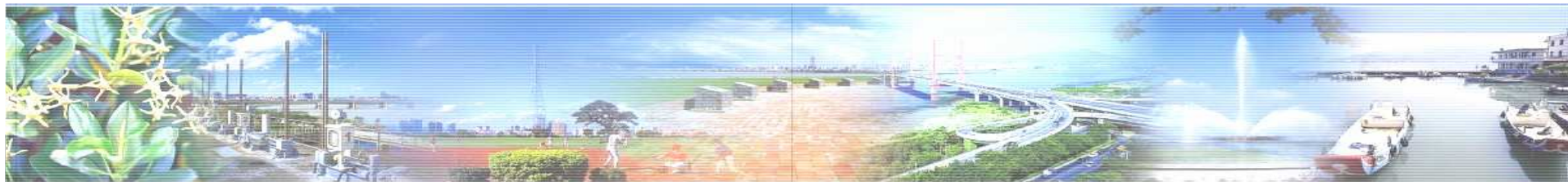
# 水的用途

- 生活用水
- 工業用水
- 農業與養殖用水
- 發電用水
- 環境景觀用水
- 生態保育用水

# 臺灣地區各標的用水情形

## 1995~2004年台灣各標的用水量趨勢概況





1994~2004年台灣每人每日自來水用水量概況

年別	1994		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	十年成長率		
		排序											排序	排序	
台北市	627	1	636	635	648	649	694	771	771	680	670	680	2	8.45	19
台北縣	436	3	390	473	465	430	443	542	545	497	504	479	6	9.86	17
基隆市	366	7	402	403	398	403	408	586	670	676	676	694	1	89.62	1
桃園縣	317	11	313	310	305	300	347	370	397	379	381	351	16	10.73	15
新竹市	354	4	377	340	342	363	409	393	424	276	336	337	17	-7.42	22
新竹縣	253	13	247	241	238	266	293	360	338	414	391	393	9	56.34	3
宜蘭縣	333	9	327	324	274	317	313	335	341	353	361	366	11	9.61	18
苗栗縣	272	17	282	268	267	283	289	345	366	360	344	353	14	29.78	6
台中市	516	2	506	498	489	465	469	560	536	507	536	567	3	9.88	16
台中縣	371	5	351	341	350	351	367	477	470	465	488	510	4	37.47	4
南投縣	346	12	328	342	351	318	302	358	374	362	377	399	8	15.32	14
彰化縣	244	22	239	239	246	249	258	269	262	287	288	284	23	16.39	12
雲林縣	264	18	258	267	266	293	304	325	342	339	351	353	14	33.71	5
嘉義市	386	8	390	388	391	364	347	316	326	331	334	325	19	-15.80	23
嘉義縣	258	21	264	259	259	270	281	317	329	313	318	311	21	20.54	11
台南市	322	10	276	297	295	323	366	324	348	322	327	326	20	1.24	20
台南縣	275	20	243	260	269	267	291	308	348	324	330	333	18	21.09	10
高雄市	367	6	376	375	387	380	381	403	397	387	381	359	12	-2.18	21
高雄縣	294	19	291	284	312	321	353	394	390	409	399	373	10	26.87	7
屏東縣	289	14	268	274	281	281	299	413	403	393	380	355	13	22.84	8
澎湖縣	235	23	246	264	264	292	292	310	327	331	298	265	22	21.28	9
花蓮縣	300	15	308	303	297	317	326	416	458	495	478	497	5	65.67	2
台東縣	368	16	271	271	289	285	278	379	447	432	428	425	7	15.49	13
台灣本島及澎湖地區	387	-	374	366	388	385	406	461	470	443	446	441	-	13.95	-

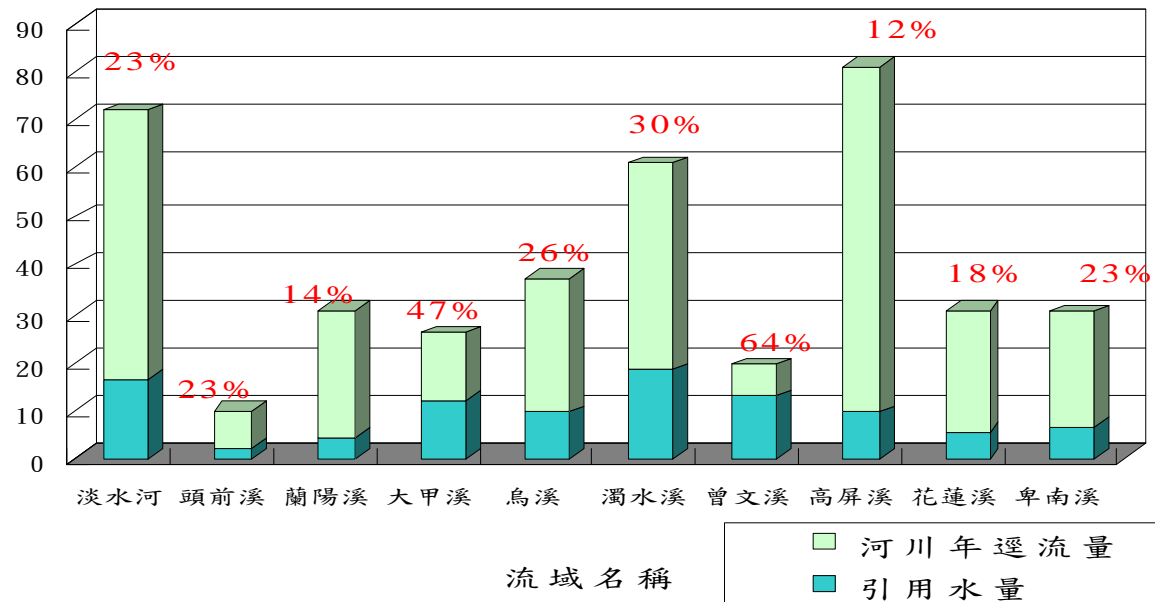
資料來源：經濟部水利署水源經營組  
編製單位：經濟部水利署會計室

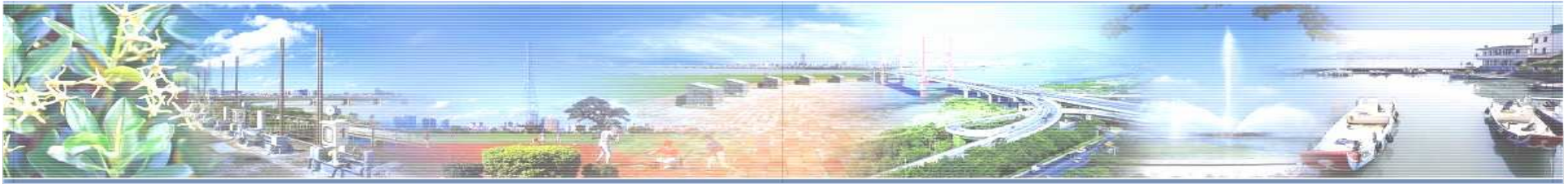
(單位：公升)

# 水資源利用率

- 台灣河川之水資源利用率平均約**18%** (年約120億噸)。
- 高屏流域由於缺乏調蓄設施，水資源利用率僅**12.0%**
  - (年平均逕流量**81**億噸，年使用量僅**9.6**億噸)

台灣地區重要河川水資源及其利用現況

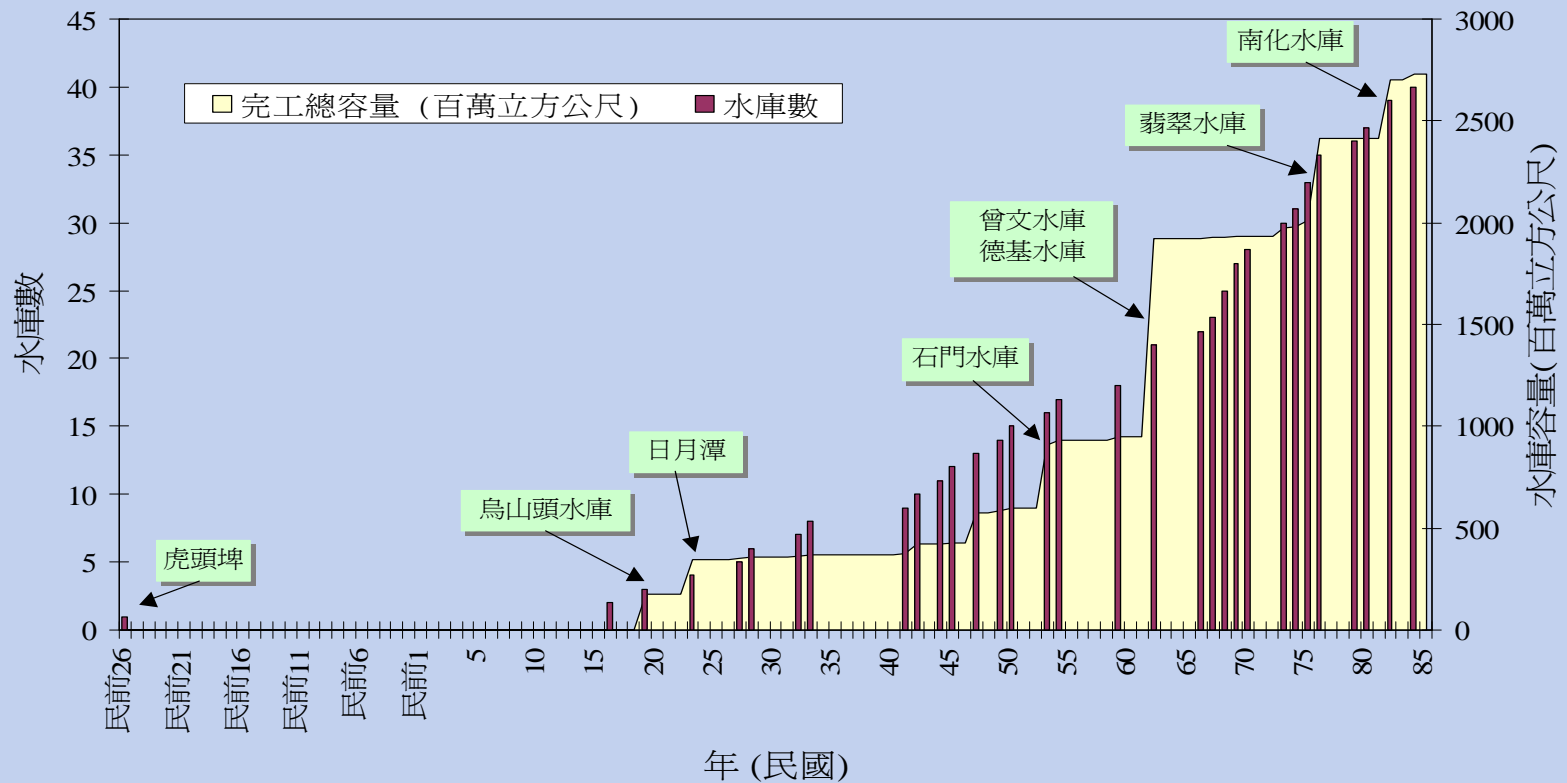




## 貳、台灣水庫面臨的問題

## 貳、台灣水庫面臨的問題

- 台灣水庫及攔河堰88座，惟蓄水量27億立方公尺，惟遠不及美國加州壩（55.4億立方公尺）、三峽壩（393億立方公尺）
- 水庫攔河堰總容量仍無法趕上用水需求。



## 貳、台灣水庫面臨的問題

### ☀ 山坡地沖蝕嚴重

☆山區地形陡峭，水庫蓄水容量有限

☆集水區地質不佳，地表年沖蝕量大，影響水庫淤積及河川整治。

(壩高相近，蓄水量相差**24倍**及**170倍**)

地 區		年沖蝕深度 (mm)
美國	田納西河谷	0.25
大陸 *	長江	0.23
	黃河	2.06
台灣	濁水溪	17.08
	曾文溪	21.82

	壩高 (公尺)	蓄水量 (億立方公尺)
長江三峽壩	181	393
美國加州 Shasta壩	183	55.4
德基水庫	180	2.32

\* 錢寧、高兆惠 「泥沙運動力學」



# 水庫淤積嚴重

## 台灣南北兩大水庫淤積狀況

### 曾文水庫:

1973完工總庫容7.13億立方公尺

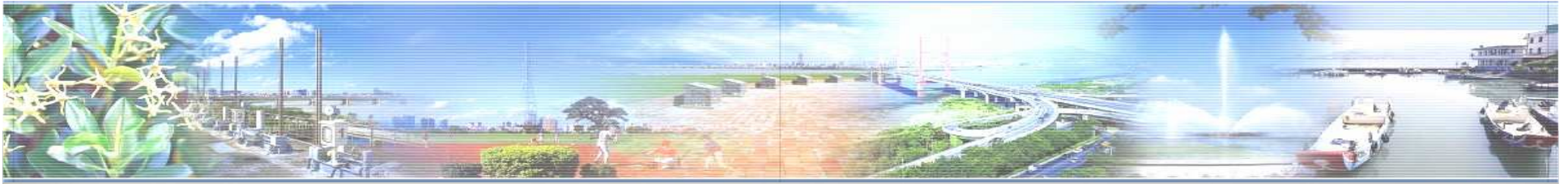
2004累計淤積1.37億立方公尺,約19.2%

### 石門水庫:

1963完工總庫容3.09億立方公尺

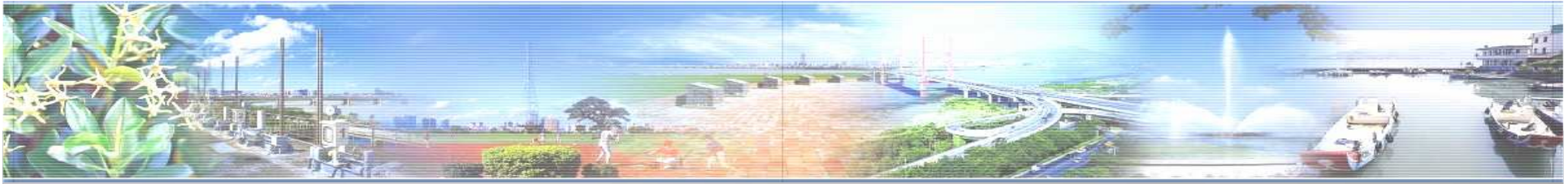
2004累計淤積0.84億立方公尺,約27.2%





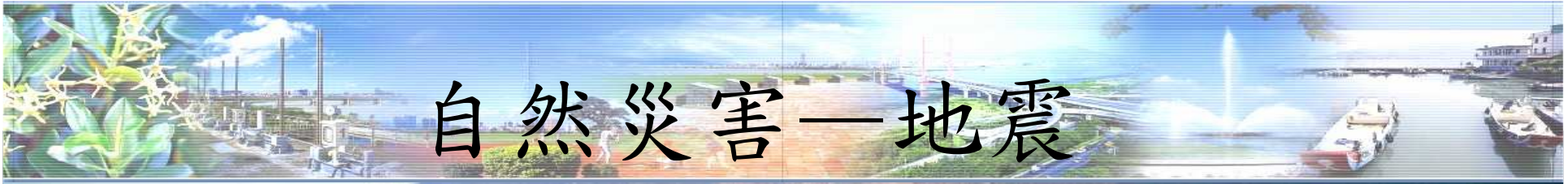
# 高屏溪攔河堰淤積狀況





# 集集堰清淤

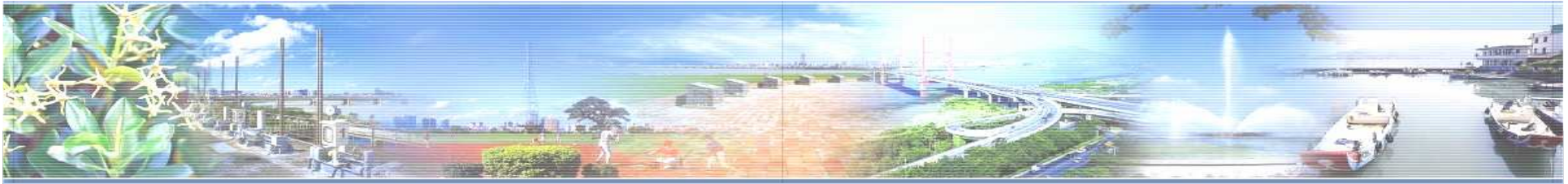




# 自然災害—地震



1999. 921震央



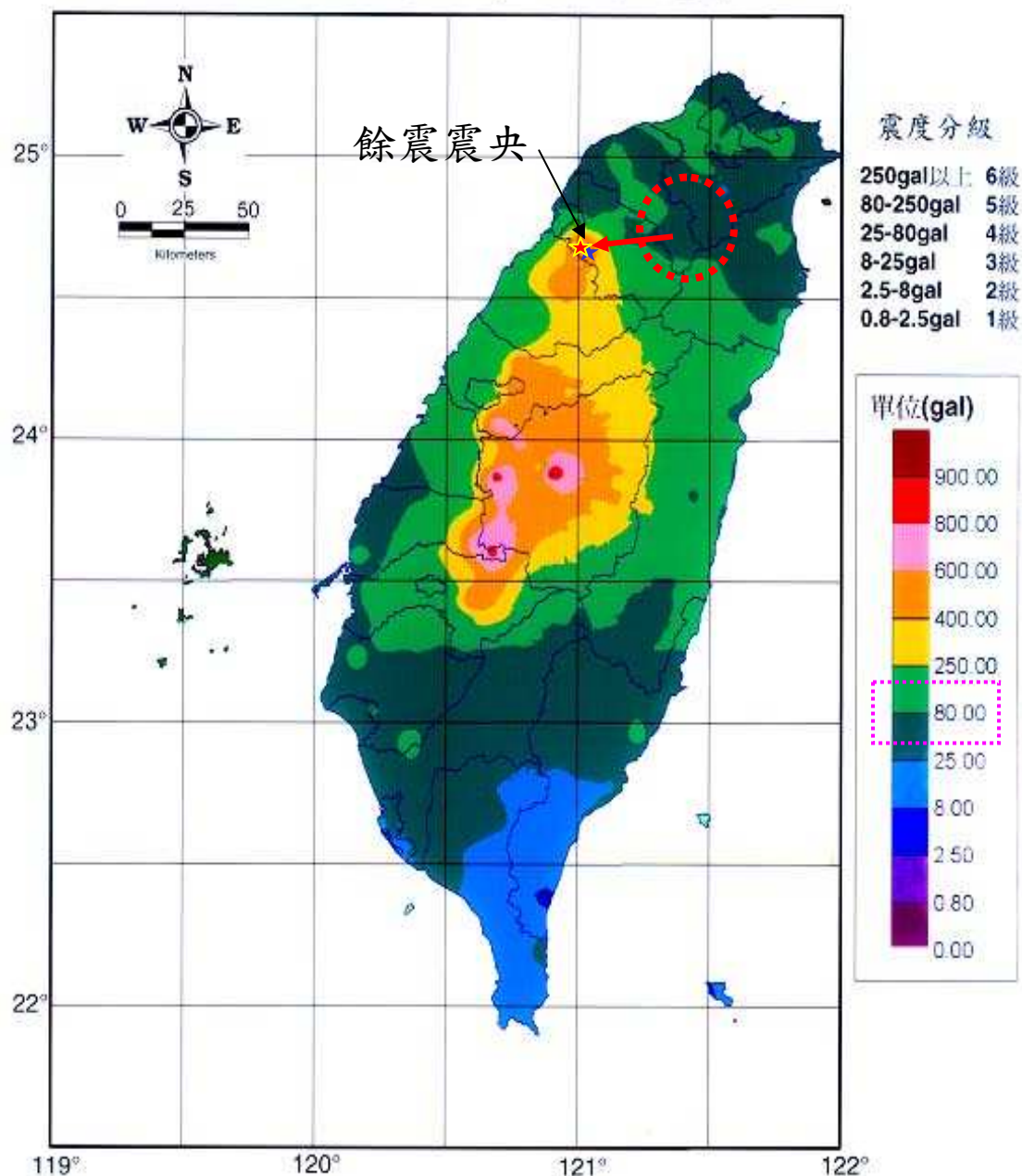
# 震後之九九峰



## 921大地震影響：

- 921地震主震發生後1分鐘內隨即發生**規模6左右之餘震**
- 震央僅距離石門水庫集水區上游20km，尖石鄉水平向尖峰地動加速度約100gal左右。
- 921地震前後衛星影像判釋結果，崩塌地面積增加約**5%**，
- **強地動造成邊坡破裂鬆動。**
- 強颱風豪雨造成山坡地大規模滑動崩坍

921集集地震台灣地區震度圖





# 石門水庫運用標的

- 約300萬人生活用水
- 22處公私有工業區工業用水
- 36,000公頃兩期水稻用水
- 發電(裝機容量45,000千瓦\*2)
- 防洪
- 平均年供水量約9.5億立方公尺

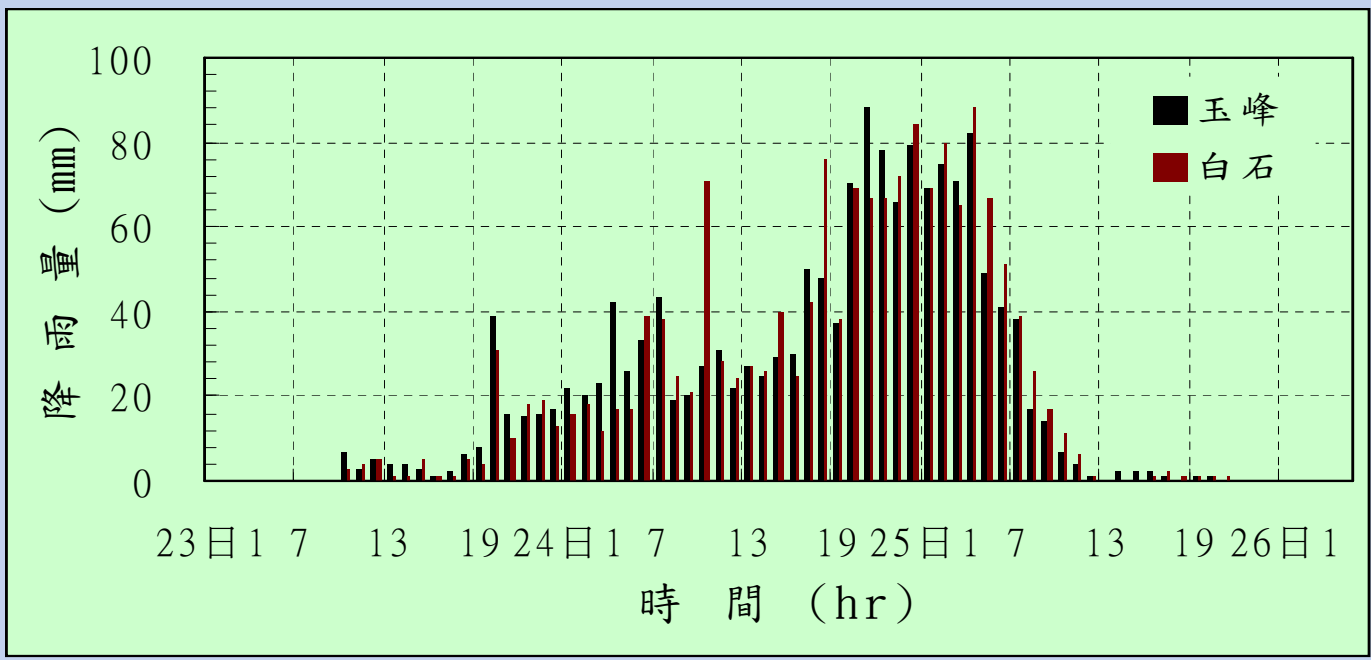
# 自然災害—颱風



# 2004 艾莉颱風雨量



✓ 石門水庫集水區平均降雨量達 973mm。最大降雨量集中於玉峰 1,581mm 及白石 1,607mm，此二地區暴雨強度每小時 40mm 以上連續達 10 小時，最大降雨強度達 88mm。





▶ 艾莉颱風溢洪道洩洪



## ▶ 艾莉颱風排洪隧道洩洪



# ▶ 林班地大規模崩坍(白石64公頃大崩塌地區空拍照片)



➤ 道路上下邊坡坍方(三光地區空拍照片)



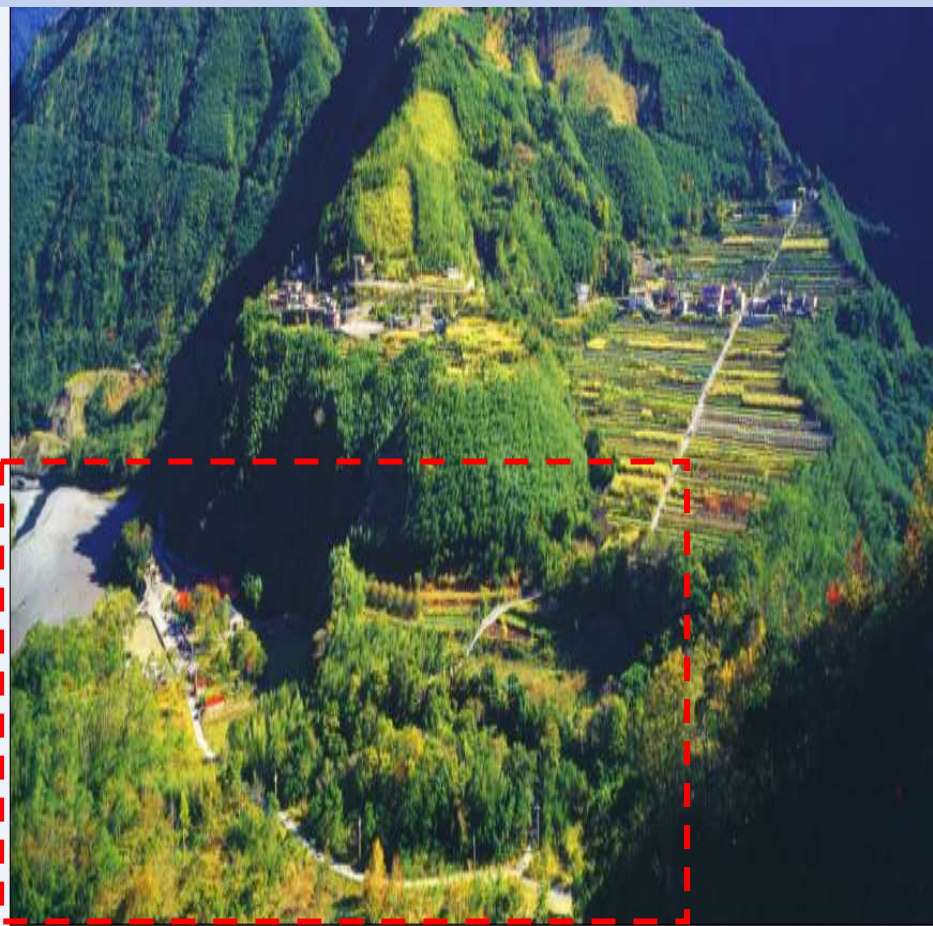
# ➤ 道路邊坡坍方



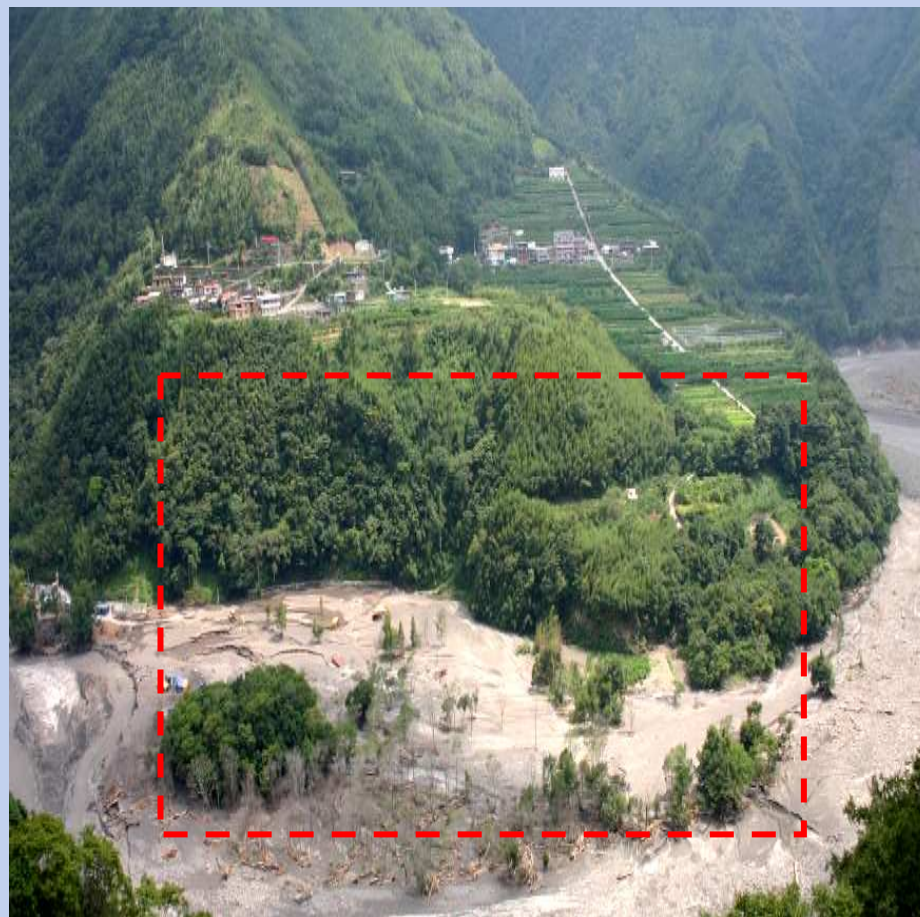


河岸崩坍(玉峰溪)

# 社區開發及耕地



爺亨梯田(取自2003年石門水庫營運四十年特刊)



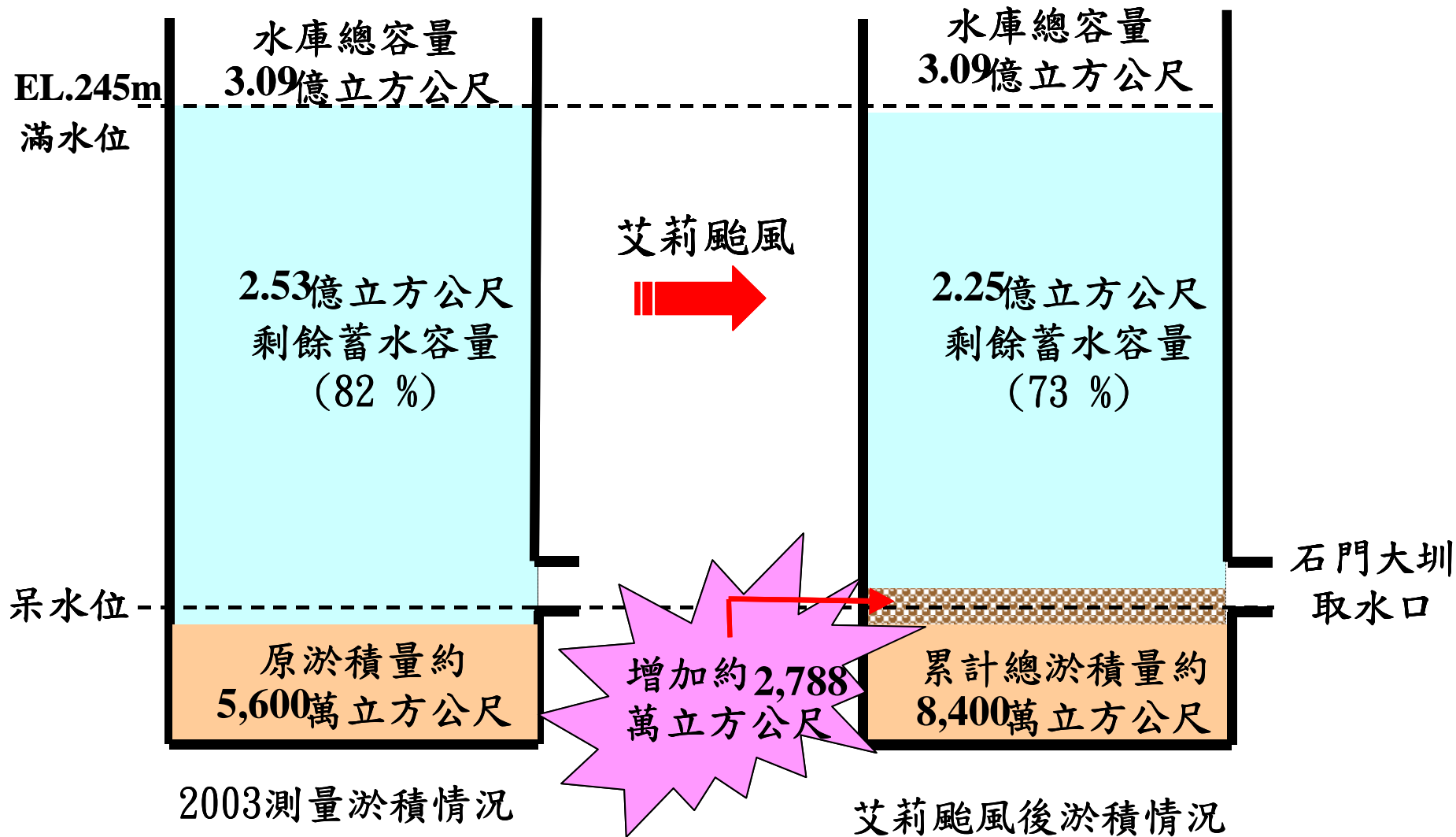
爺亨梯田(2005/08/17拍攝)

## ▶ 山坡地超限利用



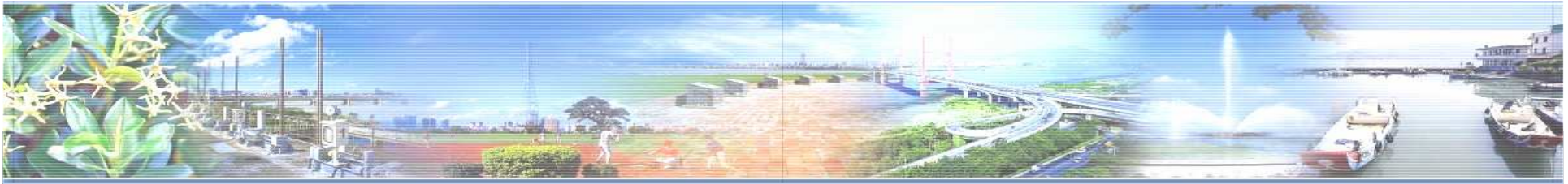


# 艾莉颱風石門水庫泥砂淤積





漂流木



漂流木數量龐大



大型漂流木

## ➤ 庫區漂流木問題 (影響水庫正常營運)

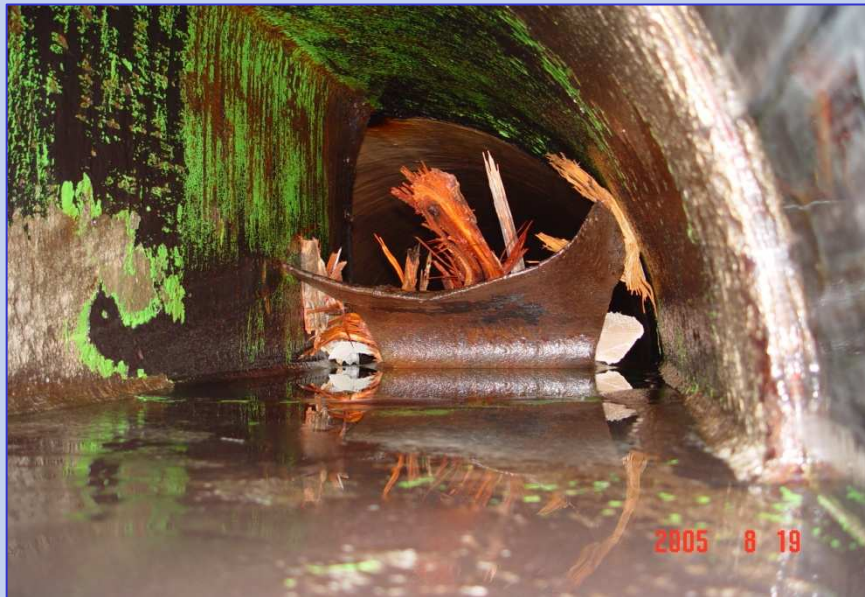
漂流木滿佈庫區  
影響景觀及船隻  
航行



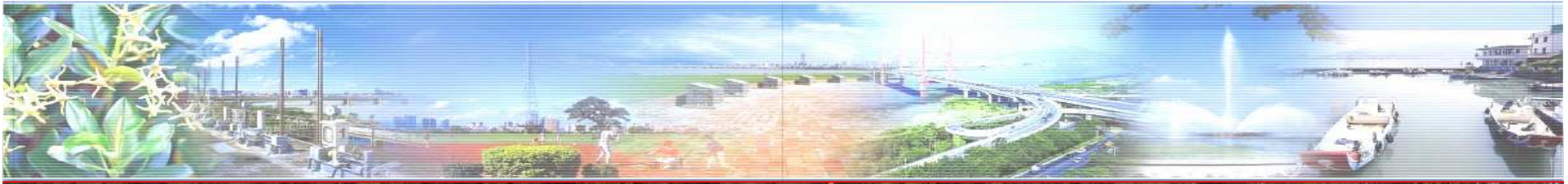
漂流木阻塞溢洪  
道進水口影響開  
門操作安全

## ▶ 庫區漂流木問題 (影響設施正常運作)

漂流木造成發電機導翼卡死影響正常操作



漂流木造成PRO放水口荷本閥損壞影響開門操作安全



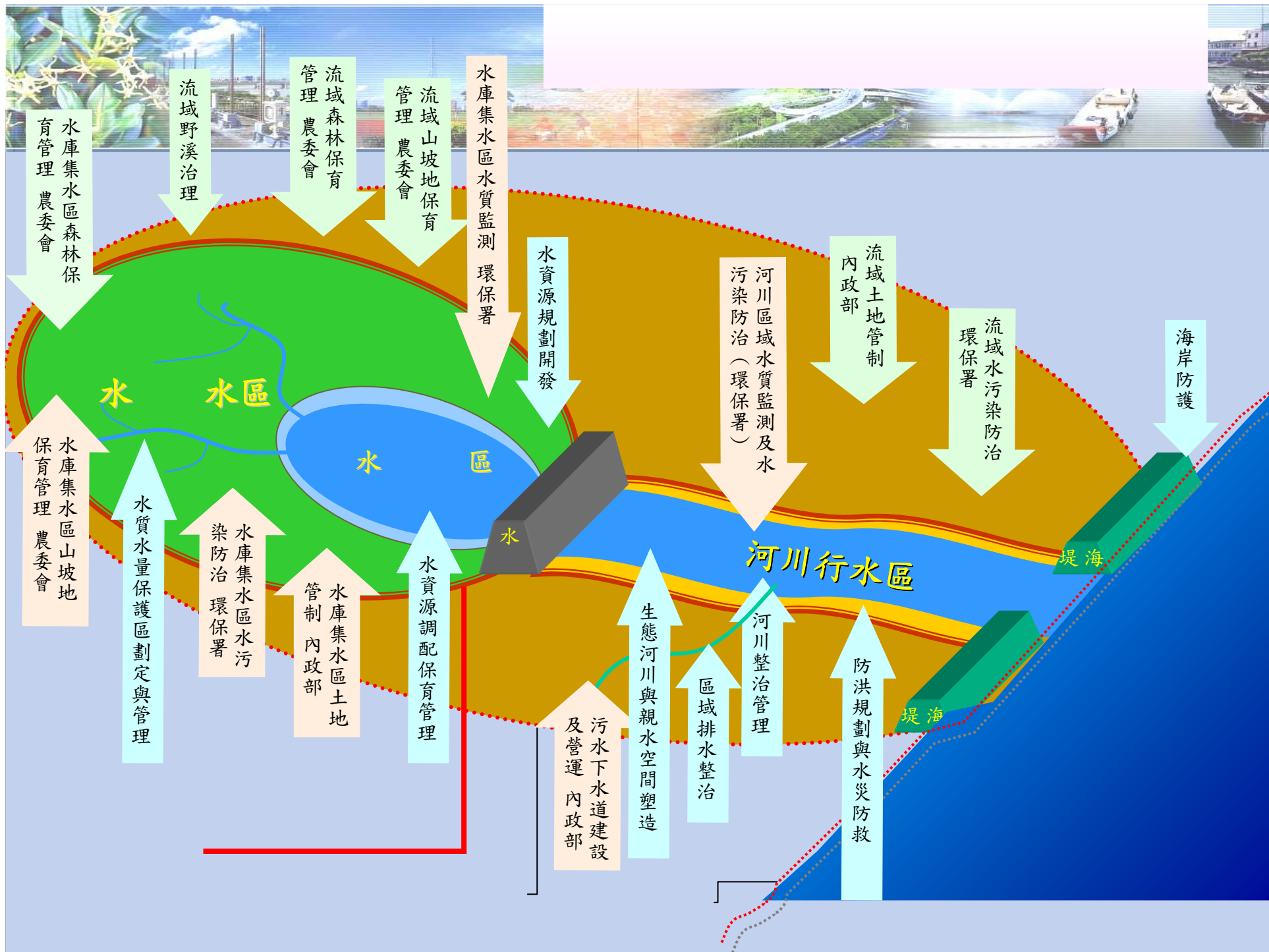
# 壩頂緊急抽水





# 水庫淤積可能引起的問題

- 一、興利及防洪庫容減少導致綜合效益降低
- 二、原水濁度升高影響民生供水
- 三、淤積上延引起淹沒與兩岸邊坡崩坍
- 四、變動迴水區沖淤對航運的影響
- 五、壩前淤沙對壩體荷重之增加
- 六、壩前泥沙對水工結構的影響
- 七、壩下游河床變遷
- 八、淤泥造成之水質污染
- 九、漂流木造成之水工結構物影響







# 參、永續水資源管理

水資源主要的問題不外乎三個：

- 水太多了-----洪患
- 水太少了-----旱災
- 水髒了-----水污染



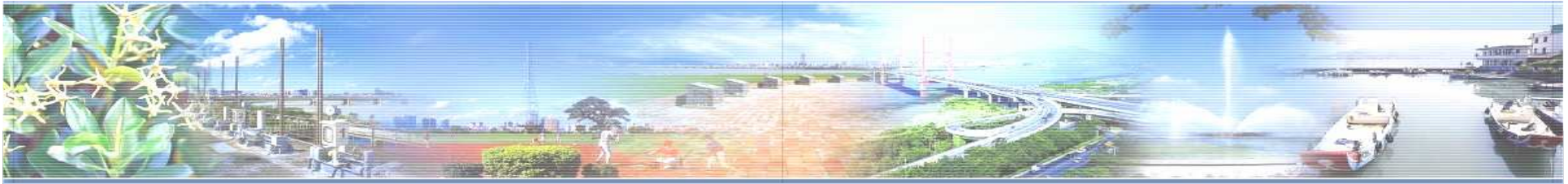
## 挑戰-未雨綢繆。

- 百年後，台灣的水庫很可能會因為淤積，而無法大量蓄水供應所需，我們該如何面對、生存？
- 如果水質持續污染，又會帶來如何的影響？這些恐怕都需要我們未雨綢繆。
- 隨著氣候變遷，我們的水資源供應能否穩定？



## 關鍵問題

- **上游**：林地管理，水土保持，土地管理（集水區經營）。
- **中游**：河川、水庫污染整治。
- **下游**：自來水淨水蓄水能力，區域調水（節水與防洪）。



簡報完畢  
敬請指教